ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUIN 1945.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Léon Guillet** indique qu'il est saisi d'une protestation énergique d'anciens Élèves de l'École Centrale relative à l'*émission des billets de* 300 *francs*. Ces billets ne rentrent pas dans le système métrique.

M. **Albert Pérard** appuie la protestation qui vient d'être faite.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Balsaminacées. Développement de l'embryon chez l'*Impatiens Balfourii *Hook*. Note de M. **René Souèges**.

On ne peut manquer d'être surpris de la confusion qui règne dans la répartition des familles au sein des trois ou quatre alliances que l'on distingue chez les Dialypétales-Disciflores. Pour ce qui est des Balsaminacées, par exemple, les uns les classent parmi les Géraniales ou Gruinales, à côté des Tropéolacées, qui leur sont incontestablement fort voisines, les autres les séparant des Tropéolacées, les rangent parmi les Térébinthales ou parmi les Sapindales, deux groupements que certains confondent dans une même alliance. D'après K. Schnarf (1), dans cette vaste alliance, que l'on appellera les Térébinthales *sensu lato*, les rapports embryologiques des familles composantes présenteraient, en général, une certaine homogénéité; seules les Balsaminacées manifesteraient des caractères un peu différents et viendraient ainsi se placer en quelque sorte hors série. Mais, dans la détermination de ces rapports, n'ont été pris en considération que des caractères tirés du développement de l'anthère, du sac embryonnaire et de l'albumen; d'autre part un très petit nombre d'espèces a été jusqu'ici envisagé. Les données très précises que peuvent fournir les lois embryogéniques ne sont en aucun cas intervenues.

A la première paroi transversale de segmentation (*fig.* 1) succèdent, dans la cellule apicale, une cloison nettement verticale et, dans la cellule basale, une nouvelle paroi transversale. Il se constitue de la sorte une tétrade en T comportant deux cellules supérieures

---

(1) K. Schnarf, *Vergleichende Embryologie der Angiospermen*, Berlin, 1931, p. 146.

juxtaposées et deux cellules inférieures superposées (*fig.* 2). Dans les deux cellules supérieures s'établissent d'autres parois nettement verticales, normales à la précédente, séparant quatre quadrants rangés dans un même plan horizontal (*fig.* 3). Pendant ce temps

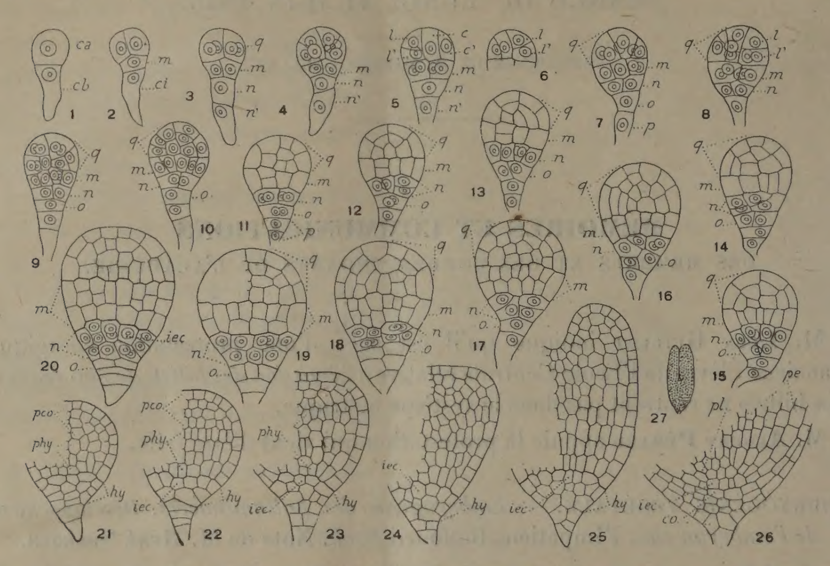


Fig. 1 à 27. — *Impatiens Balfourii* Hook. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade ou partie hypocotylée (*phy*); *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *n*, cellule-fille supérieure de *ci* ou hypophyse (*hy*); *n'*, cellule-fille inférieure de *ci*; *q*, quadrants ou partie cotylée (*pco*); *l*, *l'*, *c*, *c'*, cellules-filles des quadrants; *o* et *p*, cellules-filles de *n'* formant l'extrémité de la coiffe et un court suspenseur; *iec*, initiales de l'écorce de la racine; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *co*, coiffe. En 27, aspect général de l'embryon d'où est tiré le détail de la figure 26. G. = 280; 20 pour la figure 27.

les deux cellules inférieures superposées se divisent à leur tour, *m* verticalement et *ci* transversalement, de sorte que, au terme de ces bipartitions, apparaît un proembryon octocellulaire divisé en quatre étages.

Les quadrants ne se cloisonnent pas tous de la même manière. En règle générale, on observe, à cet égard, certaines analogies avec ce qui a déjà été remarqué chez le *Geranium molle* [2] et chez le *Polygala vulgaris* [3]. Deux d'entre eux, par exemple l'antérieur gauche et le postérieur droit (*fig.* 5 et 6), se segmentent à peu près transversalement pour donner deux éléments superposés *l* et *l'*, tout à fait comparables à des octants, tandis que les deux autres se partagent par des parois à peu près verticales, parallèles aux cloisons méridiennes, pour engendrer deux cellules juxtaposées, l'une, voisine de l'axe, *c*, d'apparence quadrangulaire; l'autre, périphérique, *c'*, d'apparence triangulaire. Bien qu'il soit difficile de déterminer exactement comment procède la segmentation aux stades suivants, on peut dire que les cellules *l*, filles de deux quadrants opposés, avec le concours d'éléments produits, vers le sommet, par les cellules *c*, filles des deux autres quadrants, donnent

---

([2]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 556.

([3]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 446.

naissance à un groupe épiphysaire, qui se détache nettement, d'une manière plus ou moins symétrique, à la partie supérieure du corps embryonnaire (*fig.* 9, 12, 14, 15). Tous les autres éléments originaires des quadrants, placés au-dessous du groupe épiphysaire, concourent à la construction de la partie cotylée *sensu stricto*; à leurs dépens se développent latéralement les deux cotylédons et, au voisinage de l'axe, selon toute apparence, les initiales du cylindre central de la tige.

Les deux éléments juxtaposés, en *m*, dans le proembryon octocellulaire (*fig.* 3) produisent la partie hypocotylée. Ils se divisent d'abord longitudinalement pour donner quatre cellules cicumaxiales (*fig.* 5, 8), qui se cloisonnent ensuite verticalement (*fig.* 7, 9, 10) et transversalement (*fig.* 11, 12, 16 à 19) pour engendrer deux assises cellulaires; celles-ci se multiplient plus tard, comme le montrent les figures 19 et 20, pour donner un groupe cellulaire qui bientôt ne se distingue plus du groupe cellulaire représentant la partie cotylée (*fig.* 21 à 25).

L'élément *n* du proembryon octocellulaire (*fig.* 3) engendre une hypophyse véritable, génératrice des initiales de l'écorce au sommet de la racine et du primordium de la coiffe. Il se segmente par cloisons méridiennes en quatre cellules cicumaxiales (*fig.* 7 à 11), qui, se comportent très diversement dans leurs processus ultérieurs de division : tantôt elles se cloisonnent verticalement (*fig.* 12 à g., 13, 15), tantôt horizontalement (*fig.* 12 à d., 14 à g., 17 à d.), tantôt enfin obliquement. Dans ce dernier cas les parois peuvent être périclines, s'insérer sur les parois horizontales des cellules voisines de la partie hypocotylée et sur les cloisons méridiennes de l'étage *n* (*fig.* 14 à d., 16 à g.) et, alors, les cellules intérieures ainsi séparées peuvent être considérées comme les toutes premières initiales de l'écorce; elles peuvent aussi être franchement anticlines (*fig.* 17 à g.) et, dans ce cas, les initiales de l'écorce ne s'individualisent qu'après les segmentations ultérieures (*fig.* 18 à 20).

L'élément *n'* (*fig.* 3) produit, par division transversale, deux cellules superposées *o* et *p* (*fig.* 7). La cellule *o* participe à la construction de la partie culminante de la coiffe, la cellule *p* engendrant un suspenseur qui, aux premiers stades, se présente sous la forme d'un tube plus ou moins allongé, mais qui, plus tard, se résorbe et disparaît à peu près complètement.

Il paraît assez difficile de relever des différences de quelque importance entre l'*Impatiens Balfourii* et le *Polygala vulgaris*, relativement aux lois qui président au développement de l'embryon. Dans les deux cas le proembryon octocellulaire s'édifie de la même manière et les quatre étages dont il est composé présentent des destinées identiques; dans les deux cas également, la marche de la segmentation dans les premiers blastomères, spécialement dans les quadrants, offre les plus étroites analogies. Les deux espèces s'apparentent au type embryonomique du *Geum urbanum* [4] par la formation d'une hypophyse véritable aux dépens du blastomère *n*, mais elles s'en distinguent essentiellement par la disposition horizontale des quadrants. Par ce dernier caractère, qui découle nécessairement de la position verticale de la cloison séparant les deux cellules supérieures juxtaposées de la tétrade, les deux espèces se rattachent au type embryonomique du *Senecio vulgaris* [5], dont elles se séparent néanmoins par

---

(4) R. Souèges, *Comptes rendus*, 174, 1922, pp. 1070 et 1197; *Bull. Soc. bot. Fr.*, 70, 1923, p. 645.

(5) R. Souèges, *Comptes rendus*, 171, 1920, pp. 254 et 356.

les destinées de l'étage *n*. Celui-ci, chez le *Senecio*, au lieu de produire une hypophyse véritable, donne seulement naissance aux initiales de l'écorce de la racine. Pour rester fidèle aux principes de la classification embryogénique, d'après lesquels on tient tout d'abord compte de la forme de la tétrade, c'est à l'archétype du *Senecio* qu'il convient de rapporter, en dernière analyse, à titre de sous-archétypes faisant passage à l'archétype du *Geum*, les embryons du *Polygala* et de l'*Impatiens*.

On peut finalement faire remarquer que les deux archétypes du *Senecio* et du *Geum* sont ceux auxquels ont pu être rattachées la plupart des espèces déjà étudiées parmi les Disciflores : par exemple l'*Oxalis corniculata*, l'*Erodium cicutarium*, les Rhamnacées, le *Ruta graveolens*, pour certaines de ses formes, soit, en ajoutant à cette liste le *Polygala vulgaris* et l'*Impatiens Balfourii*, des représentants de six familles nettement distinctes.

PHYSIOLOGIE. — *Influence défatigante de l'inhalation des mélanges riches en oxygène*. Note de MM. **Léon Binet**, **Daniel Bargeton** et **Claude Laroche**.

Deux d'entre nous ont étudié [1] l'influence de l'inhalation de mélanges gazeux riches en oxygène sur la capacité de travail et la fatigue du muscle gastrocnémien stimulé électriquement chez le Rat anesthésié à l'éther. Dans ces conditions l'action défatigante de l'oxygène, inhalé à une concentration plus élevée que dans l'air atmosphérique se manifeste nettement chez le Rat intact ; elle est encore plus marquée chez le Rat surrénalectomisé et parvenu à un degré suffisant, mais non trop avancé d'insuffisance surrénale.

Nous avons repris cette étude en explorant l'influence de l'inhalation de mélanges riches en oxygène non sur le travail d'un seul muscle, mais sur la performance générale de l'organisme au cours d'un exercice mettant en jeu un grand nombre de muscles.

La technique employée a été celle que nous avons décrite sous le nom d'*épreuve de course à vitesse forcée*. Le Rat en expérience est contraint de courir dans un tambour tournant entraîné par un moteur à vitesse réglable. On ajuste à chaque instant la vitesse de rotation du tambour de manière à forcer l'animal à courir constamment à la vitesse maximum qu'il est capable de fournir, ralentissant lorsqu'il se laisse entraîner, accélérant lorsqu'il tend à gagner le point déclive.

Le tambour est étanche et deux tubulures permettent, en cours de rotation, de balayer l'atmosphère qu'il contient et de la remplacer par un mélange gazeux contenu dans un spiromètre. Ce mélange circule à travers

---

(1) Léon Binet et Daniel Bargeton, *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 1523.

le tambour de manière à éviter tout confinement et à placer l'animal dans une atmosphère de composition connue.

Un relai électrique trace pendant l'épreuve le diagramme de l'espace parcouru en fonction du temps. Dans de telles conditions, chez des animaux soumis à un dressage préalable, les courbes d'espace parcouru et de vitesse en fonction du temps ont une allure très régulière et une forme très comparable.

La vitesse, après avoir décru assez rapidement pendant les premières minutes de l'épreuve, se maintient ensuite sensiblement en plateau ou diminuant très lentement pendant 30 minutes à 1 heure et plus, suivant la taille de l'animal et son degré d'entraînement, pour décroître rapidement pendant la portion finale de l'épreuve. L'épreuve ayant été poursuivie pendant un temps suffisant et la vitesse de course ayant diminué au voisinage de la moitié de sa vitesse initiale, l'inhalation d'oxygène pur ou presque pur (97 %) se traduit par un relèvement très brusque de la courbe de vitesse, qui atteint ou dépasse même sa valeur initiale, mais décroît ensuite rapidement. Ainsi par exemple, dans l'expérience VI, la vitesse ayant décru de 18 m/min à 12 m/min, l'inhalation d'oxygène à 97 % fait remonter la vitesse de course à 24 m/min 8 minutes après; 20 minutes après la vitesse est retombée à 12 m/min.

Si l'on fait inhaler de l'oxygène à un animal épuisé par une course prolongée et qui n'est plus capable que de se traîner très lentement, on lui voit recouvrer la possibilité de courir à nouveau à une vitesse assez élevée et de parcourir une distance qui représente une fraction notable (1/6e à 1/4e) de la performance totale d'un Rat normal, avant de s'arrêter épuisé à nouveau.

L'inhalation de mélanges contenant 60 et 40 % d'oxygène exerce une action analogue à celle de l'oxygène presque pur, mais l'accroissement de vitesse est moins important, la distance que peut à nouveau parcourir l'animal épuisé est plus courte. Les mélanges à 30 % d'oxygène n'exercent pas d'action notable dans la plupart des cas.

L'influence défatigante de l'oxygène a également été explorée associée à celle du repos. Chez le Rat ayant fourni une épreuve de course forcée menée jusqu'à épuisement, un repos de 3 minutes provoque une restauration notable de la capacité de course, la vitesse initiale est réduite et le chemin parcouru n'est qu'une fraction de la performance normale; une nouvelle période de 3 minutes de repos, associée à l'inhalation d'oxygène, provoque une restauration plus importante de la capacité de course, vitesse initiale plus élevée et chemin parcouru plus long qu'après la période de repos à l'air.

On peut donc conclure que l'inhalation d'oxygène, de même qu'elle augmente la capacité du travail d'un muscle stimulé isolément, accroît

la performance générale de l'organisme au cours d'un exercice qui, comme la course, met en jeu un grand nombre de muscles.

L'influence défatigante de l'oxygène permet à l'animal épuisé par une longue course d'augmenter considérablement sa vitesse et de parcourir une distance supplémentaire qui représente une fraction notable de sa performance normale.

L'inhalation d'oxygène et le repos ajoutent leurs effets et une période de repos en atmosphère suroxygénée provoque une restauration de la capacité de course plus importante qu'une période de repos de même durée à l'air atmosphérique

Il semble que l'on puisse tirer parti pratiquement de ces résultats expérimentaux.

ÉLECTIONS

L'Académie procède par la voie du scrutin à l'élection d'un Membre de la Section de Minéralogie en remplacement de M. *Lucien Cayeux*, décédé.

Le nombre des votants étant 48,

M. Léon Bertrand	obtient...............	26 suffrages
M. Paul Fallot	»	21 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Léon Bertrand**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Gouvernement provisoire de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Lucien Berland. *Les Scorpions* (présenté par M. Louis Fage).

ARITHMÉTIQUE. — *Sur le nombre des nombres premiers inférieurs à une valeur donnée.* Note de M. **André Roussel**, présentée par M. Élie Cartan.

De théorème généraux dus à É. Picard [1], on déduit que le nombre n de racines (supposées simples) d'un système de deux équations à deux inconnues

$$f(x, y) = 0, \qquad g(x, y) = 0, \tag{1}$$

---

[1] *Journ. de Math. pures et appliquées*, 8, 1892, pp. 5 à 24.

contenues dans une aire A du plan des xy limitée par un contour fermé C ne passant par aucune racine de (1), est donné par l'expression

$$(2)\qquad n = \int_C P\,dx + Q\,dy + \frac{\varepsilon}{2\pi}\int\int_{(A)} \frac{R\,dx\,dy}{(f^2+g^2+\varepsilon^2 D^2)^{\frac{3}{2}}},$$

où l'on a posé

$$P = \frac{1}{2\pi}\,\frac{f\dfrac{\partial g}{\partial x} - g\dfrac{\partial f}{\partial x}}{f^2+g^2} \times \frac{D\varepsilon}{(f^2+g^2+\varepsilon^2 D^2)^{\frac{1}{2}}},$$

$$Q = \frac{1}{2\pi}\,\frac{f\dfrac{\partial g}{\partial y} - g\dfrac{\partial f}{\partial y}}{f^2+g^2} \times \frac{D\varepsilon}{(f^2+g^2+\varepsilon^2 D^2)^{\frac{1}{2}}},$$

avec

$$D = \begin{vmatrix} \dfrac{\partial f}{\partial x} & \dfrac{\partial f}{\partial y} \\ \dfrac{\partial g}{\partial x} & \dfrac{\partial g}{\partial y} \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad R = \begin{vmatrix} f & \dfrac{\partial f}{\partial x} & \dfrac{\partial f}{\partial y} \\ g & \dfrac{\partial g}{\partial x} & \dfrac{\partial g}{\partial y} \\ D & \dfrac{\partial D}{\partial x} & \dfrac{\partial D}{\partial y} \end{vmatrix},$$

ε étant une constante pouvant être prise arbitrairement. Nous allons indiquer une application arithmétique de cette formule (2), qui ne semble pas avoir été indiquée et nous paraît présenter un certain intérêt.

Commençons par rappeler un résultat élémentaire : on sait que, si m est un entier non premier supérieur à 4, le produit $1.2\ldots(m-1)$ est divisible par m. Au contraire, si m est premier, il ne divise pas le produit précédent.

Considérons alors le système

$$(3)\qquad f \equiv \sin\pi x = 0, \qquad g \equiv y - \sin\pi\frac{\Gamma(x)}{x},$$

où Γ désigne la fonction eulérienne de seconde espèce.

A chaque entier correspond une solution et une seule de (3) et, d'après la remarque précédente, les solutions correspondant aux entiers non premiers supérieurs à 4 sont situées sur l'axe des x, tandis que celles qui correspondent aux nombres premiers n'appartiennent pas à cet axe. Si nous supposons $4 \leqq y \leqq N$, on verrait alors facilement que, pour ces dernières solutions, on a $|y| > \sin(\pi/2n)$.

Il en résulte alors immédiatement que les racines de (3) intérieures au rectangle (A) défini par

$$4 \leqq x \leqq N + \frac{1}{2}, \qquad -\sin\frac{\pi}{2N} \leqq y \leqq \sin\frac{\pi}{2N},$$

sont situées sur Ox et correspondent aux entiers *non premiers* m tels que $4 < m \leqq N$. En appliquant à (3) la formule (2), on obtient donc le nombre des entiers *non premiers* supérieurs à 4 et inférieurs à $N+1$, d'où

facilement une expression du nombre des *entiers premiers* ne dépassant pas N.

On a ici $D = \pi \cos \pi x$ et $R = \pi^2$ et, en remplaçant $\varepsilon\pi$ par λ, l'intégrale double figurant dans (2) devient

$$\frac{\lambda}{2} \iint_{(A)} \frac{dx\,dy}{\left\{ \sin^2 \pi x + \left[y - \sin \pi \frac{\Gamma(x)}{x} \right]^2 + \lambda^2 \cos^2 \pi x \right\}^{\frac{3}{2}}}.$$

Faisons tendre λ vers zéro. L'intégrale curviligne relative au contour C du rectangle A tend vers zéro. Soit K le nombre des *nombres premiers* ne dépassant pas N. On a alors immédiatement

$$K = N - 1 - \lim_{\lambda=0} \frac{\lambda}{2} \iint_{(A)} \frac{dx\,dy}{\left\{ \sin^2 \pi x + \left[y - \sin \pi \frac{\Gamma(x)}{x} \right]^2 + \lambda^2 \cos^2 \pi x \right\}^{\frac{3}{2}}}.$$

C'est l'expression que nous voulions indiquer.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La Mécanique multi-ondulatoire.*
Note de M. **Bernard Kwal.**

La Mécanique ondulatoire habituelle associe au corpuscule une seule fonction d'onde (avec son cortège de composantes relativistes), de sorte que le comportement du corpuscule est défini par une suite unidimensionnelle d'états d'énergie. Nous allons imaginer des corpuscules à plusieurs fonctions d'onde associée, dont le comportement dépendra des tableaux à double, triple, ..., *n*-uple entrée d'états d'énergie. Nous verrons que les corpuscules à un nombre impair des fonctions d'onde admettent pour le spin le plus bas possible (spin fondamental) un spin demi-entier, tandis que les corpuscules à un nombre pair de fonctions d'onde admettent pour le spin fondamental un spin entier, la relation entre le spin fondamental j_0 et le nombre de fonction d'onde n étant $j_0 = n/2$. D'autre part les corpuscules à un nombre pair de fonctions d'onde sont essentiellement neutres, insensibles à l'action du champ électromagnétique extérieur. En remplaçant en effet dans les équations correspondantes les opérateurs ∂_i par les opérateurs $\partial_i + \varepsilon A_i$, le terme en εA_i se trouve automatiquement éliminé.

Suivant le procédé adopté dans nos études précédentes [1] nous commencerons par écrire les équations primaires et, pour condenser l'écriture, nous poserons

(1) $$\underset{+}{\Delta}{}^i_n = \partial_i + S^i_n, \qquad \underset{-}{\Delta}{}^i_n = \partial_i - S^i_n.$$

---

[1] *Comptes rendus*, **218**, 1944, pp. 548 et 613.

Nous introduirons en plus les opérateurs différentiels

$$ {}^{m}\partial_{i}, \quad {}^{m}S^{j}_{n}, \quad {}^{m}\underset{+}{\Delta}{}^{j}_{n} \quad \text{et} \quad {}^{m}\underset{-}{\Delta}{}^{j}_{n} \tag{2} $$

n'agissant que sur la fonction d'onde ${}^{m}\psi$.

Écrivons les équations primaires des corpuscules à deux fonctions d'onde associée, sans terme de masse.

SPIN 1.

Premier système.

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{1} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{1}\right)[{}^{2}\psi \times {}^{1}\psi] = 0, \qquad \left({}^{2}\varpi^{\dot\beta_1\alpha_1} - {}^{1}\varpi^{\dot\beta_1\alpha_1}\right){}^{2}\psi_{\alpha_2}\,{}^{1}\psi_{\alpha_1} = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{2} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{2}\right)[{}^{2}\psi \times {}^{1}\psi] = 0, \qquad \left({}^{2}\varpi^{\dot\beta_2\alpha_2} - {}^{1}\varpi^{\dot\beta_2\alpha_2}\right){}^{2}\psi_{\alpha_2}\,{}^{1}\psi_{\alpha_1} = 0. $$

Deuxième système.

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{1} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{1}_{1}\right)[{}^{2}\varphi \times {}^{1}\varphi] = 0, \qquad \left({}^{2}\varpi^{\dot\beta_1\alpha_1} - {}^{2}\varpi^{\dot\beta_1\alpha_1}\right){}^{2}\varphi^{\dot\beta_2}\,{}^{1}\varphi_{\alpha_1} = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{-}{\Delta}{}^{1}_{2} - {}^{1}\underset{-}{\Delta}{}^{1}_{2}\right)[{}^{2}\varphi \times {}^{1}\varphi] = 0, \qquad \left({}^{2}\varpi_{\alpha_2\dot\beta_2} - {}^{1}\varpi_{\alpha_2\dot\beta_2}\right){}^{2}\varphi^{\dot\beta_2}\,{}^{1}\varphi_{\alpha_1} = 0. $$

SPIN 3/2.

Premier système.

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0. $$

Deuxième système.

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{1} - {}^{1}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{1}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0. $$

Troisième système.

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{3}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{2} - {}^{1}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{2}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0. $$

Quatrième système.

$$ \left({}^{2}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{3} - {}^{1}\underset{-}{\Delta}{}^{3/2}_{3}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{2}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0, $$

$$ \left({}^{2}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}{}^{3/2}_{1}\right)[{}^{2}_{c_2}\psi \times {}^{1}_{c_1}\psi] = 0. $$

Les fonctions ${}_{c_2}\psi$ et ${}_{c_1}\psi$ sont à 2^{c_1} et 2^{c_2} composantes respectivement, c_1 et c_2 étant des entiers non nuls, tels que $c_1 + c_2 = 3$. Dans le cas du spin j il existe $(2j-1)2^{2j-1}$ systèmes d'équations primaires, comprenant chacun $2j$ groupes de 2^{2j} équations, les deux fonctions d'ondes ${}^{2}_{c_2}\psi$ et ${}^{1}_{c_1}\psi$ étant à 2^{c_2} et 2^{c_1} composantes, c_1 et c_2 étant des entiers non nuls tels que $c_1 + c_2 = 2j$.

Pour le corpuscule tri-ondulatoire de spin fondamental ($= 3/2$), nous avons 4 systèmes d'équations primaires, qu'on obtient, en remplaçant dans les 4 systèmes d'équations du corpuscule uni-ondulatoire la fonction ψ par le produit extérieur ${}^{3}\psi \times {}^{2}\psi \times {}^{1}\psi$ et les opérateurs $\underset{+}{\Delta}$ et $\underset{-}{\Delta}$ par les opérateurs $-{}^{3}\underset{+}{\Delta} + {}^{2}\underset{+}{\Delta} - {}^{1}\underset{+}{\Delta}$ et $-{}^{3}\underset{-}{\Delta} + {}^{2}\underset{-}{\Delta} - {}^{1}\underset{-}{\Delta}$. Dans le cas du corpuscule tri-ondulatoire de spin $j \geqq 3/2$, il existe $[(2j-1)(2j-2)/2]2^{2j-1}$ systèmes d'équations primaires, à 3 fonctions d'onde ${}_{c_3}\psi$, ${}_{c_2}\psi$ et ${}_{c_1}\psi$ à 2^{c_1}, 2^{c_2} et 2^{c_3} composantes, avec $c_1 + c_2 + c_3 = 2j$.

Passons au cas général du corpuscule g-ondulatoire de spin $j \geqq 3/2$. Il existe $C^{g-1}_{2j-1}\,2^{2j-1}$ systèmes d'équations à g fonctions d'onde ${}^{g}_{c_g}\psi$, ${}^{g-1}_{c_{g-1}}\psi$, $\ldots$, ${}^{2}_{c_2}\psi$ et ${}^{1}_{c_1}\psi$

à 2^{c_g}, $2^{c_{g-1}}$, ..., 2^{c_2} et 2^{c_1} composantes. $\left(\sum_1^g c_m = 2j\right)$. Les équations correspondantes s'obtiennent en considérant les équations du corpuscule uni-ondulatoire et en y remplaçant la fonction d'onde ψ par le produit extérieur $\prod_1^g [{}^m\psi]$ et les opérateurs différentiels $\underset{+}{\Delta}$ et $\underset{-}{\Delta}$ par les opérateurs $\sum_{m=1}^{g}(-1)^m\left({}^m\underset{+}{\Delta}\right)$ et $\sum_{m=1}^{g}(-1)^m\left({}^m\underset{-}{\Delta}\right)$.

La théorie a été développée plus en détail dans un autre Recueil (*Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, Genève, 1945). Nous y avons étudié, en particulier, les équations mixtes et mixtes composées ainsi que la théorie des ondes planes.

Nous pensons que les équations à un nombre pair de fonctions d'onde présentent un intérêt pour la théorie des corpuscules neutres, tels les photons, les neutrinos, les gravitons etc.

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle évaluation du stigmatisme approché.* Note [1] de M. **P.-Michel Duffieux**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'état de mouvement vibratoire dans la pupille de sortie d'un appareil d'optique peut être représenté par une fonction complexe $F(x, y)$ dont le module est égal à l'amplitude de la vibration et dont l'argument est égal à sa différence de phase avec la vibration en un point arbitraire de référence. La figure de diffraction de cette pupille, c'est-à-dire l'image qu'elle donne du point-objet auquel est dû l'état de mouvement $F(x, y)$, peut être représentée par une autre fonction complexe $G(u, v)$, rapportée à deux axes *ou*, *ov*, respectivement parallèles à Ox et Oy. A l'approximation classique, ces deux fonctions sont liées par la transformation de Fourier [2]

$$G(u, v) = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} F(x, y)\, e^{-i2\pi(ux+vy)}\, dx\, dy.$$

Cette première équation de transformation entraîne l'équation réciproque, qui est ici l'expression du principe du retour inverse de la lumière,

$$F(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} G(u, v)\, e^{i2\pi(ux+vy)}\, du\, dv.$$

La correspondance des échelles des x, y et des u, v, doit justifier les exposants de e. La correspondance fondamentale donne à l'un des systèmes de coordonnées le sens de longueurs évaluées en longueurs d'onde, l'autre système représentant

(1) Séance du 23 avril 1945.

(2) Voir notre article *Annales de Physique*, 11e série, **19**, 1944, p. 363.

des angles apparents évalués en radians. Mais il est possible d'adopter d'autres correspondances, le produit des unités restant constant.

L'énergie se conserve de la pupille à la figure de diffraction; on peut donc appliquer aux deux fonctions le théorème de Plancherel

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}|F(x, y)|^2\,dx\,dy=\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}|G(u, v)|^2\,du\,dv.$$

La théorie mathématique de la transformation de Fourier permet d'établir des relations générales de forme entre les fonctions $F(x, y)$ et $G(u, v)$. J'exposerai ici l'une des plus immédiates. Supposons que l'on puisse différencier les deux membres de la deuxième équation de transformation par rapport à x et y, les intégrations du second membre restant possibles. Après dérivation, appliquons le théorème de Plancherel. Nous obtenons deux conditions

$$(1)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left|\frac{\partial F}{\partial x}\right|^2 dx\,dy=(2\pi)^2\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}u^2\,|G(u, v)|^2\,du\,dv,$$

$$(2)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left|\frac{\partial F}{\partial y}\right|^2 dx\,dy=(2\pi)^2\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}v^2\,|G(u, v)|^2\,du\,dv$$

et, en additionnant membre à membre, une troisième

$$(3)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\left\{\left|\frac{\partial F}{\partial x}\right|^2+\left|\frac{\partial F}{\partial y}\right|^2\right\}dx\,dy=(2\pi)^2\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}(u^2+v^2)\,|G(u, v)|^2\,du\,dv.$$

Les seconds membres de ces trois équations représentent les trois moments d'inertie de l'énergie lumineuse dans l'image du point $|G(u, v)|^2$ assimilée à une masse répartie dans le plan *uov*, par rapport aux axes *ou* et *ov* et à un troisième axe normal en *o* aux deux autres. Ces moments peuvent servir à évaluer la dispersion de l'énergie dans l'image du point, l'allongement des focales et la coma.

Deux cas peuvent se présenter :

1° Le plus simple au point de vue mathématique ne se présente jamais dans les pupilles usuelles. Si $F(x, y)$ ne présente aucune discontinuité dans le plan des x, y, les premiers membres des trois conditions sont intégrables et l'image du point, en énergie, possède ses trois moments d'inertie mesurables. La lumière diffractée lointaine est faible et d'autant plus négligeable que $F(x, y)$ possède des dérivées de plus haut ordre ne présentant aucune discontinuité dans le plan des x, y.

2° Les diaphragmes usuels ne sont pas dégradés mais limités par le bord net d'un écran opaque. La forme schématique adoptée pour $F(x, y)$ est celle d'une fonction dont le module est à peu près, sinon parfaitement, constant à l'intérieur d'un domaine S et nul partout ailleurs. $F(x, y)$ ainsi définie dans tous le plan *xoy* possède une ligne de discontinuités sur le contour du diaphragme

(ou du domaine S). Les intégrales des premiers membres de (1), (2), (3) y possèdent des éléments infinis; les moments d'inertie ne sont plus mesurables mais infinis. Le calcul montre que cette divergence des intégrales des seconds membres est due à la décroissance trop lente de la lumière diffractée lointaine et non à la dispersion plus grande de la tache lumineuse centrale qui est l'image utile du point et rassemble la majeure partie du flux lumineux disponible.

Je ne puis que résumer ici très sommairement les considérations physiques et mathématiques qui permettent de lier la lumière diffractée lointaine à l'élément différentiel infini du contour du diaphragme et les aberrations classiques aux intégrales intérieures au domaine S, intégrales qui restent toujours finies.

On peut déterminer le domaine d'intégration correspondant au moment d'inertie d'une portion de $G(u, v)$ en l'isolant par un diaphragme placé dans le plan uov et en examinant au travers le plan de la pupille. C'est une expérience de *foucaultage*. Pour la lumière diffractée lointaine, ce domaine d'intégration se réduit à un étroit liseré suivant le contour du diaphragme. Au degré d'approximation adopté pour la définition des aberrations classiques et leur examen pratique par *foucaultage*, on peut considérer les intégrales intérieures au domaine S comme une évaluation des accroissements des moments d'inertie dus aux aberrations.

Le domaine S est en fait limité par une zone de structure inconnue, où l'amplitude s'annule sans discontinuité. On peut montrer que l'existence d'une discontinuité est incompatible avec le principe de conservation de l'énergie. Les difficultés mathématiques sont dues à l'invraisemblance du schéma.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la possibilité de faire un dosage photocolorimétrique, en particulier dans une solution déjà colorée*. Note de MM. **Marcel Chateau** et **Pierre Michel**, présentée par M. Paul Lebeau.

Pour doser par photocolorimétrie un corps coloré ou un corps donnant, en solution avec un réactif approprié, un composé coloré, on mesure la densité optique de la solution à l'aide d'un colorimètre à cellules photoélectriques, qui peut être à compensation, comme par exemple l'appareil de Meunier [1]. On trace des courbes d'étalonnage : indications de l'appareil en fonction de la concentration en corps à doser.

L'étude mathématique complète du phénomène, que nous avons poursuivie en tenant compte entre autres de la largeur spectrale de la source lumineuse utilisée et de son intensité, des filtres colorés présents et des colorations étrangères présentes, montre que :

1° Pour une même concentration en corps à doser, en lumière polychro-

---

[1] *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1371.

matique, la réponse de l'appareil dépend de la coloration de base de la solution (coloration en l'absence du corps coloré servant au dosage, et qui peut provenir entre autres d'éléments colorés étrangers sans réaction), à moins que le coefficient de transparence de base de cette solution ne soit constant dans l'intervalle spectral utilisé.

Exemple. — Nous avons fait l'étude, en solution incolore au photocolorimètre Meunier, du dosage du vanadium par le complexe vanadium-eau oxygénée dont la courbe de transparence est A (*fig.* 1), à l'aide successivement de filtres vert et bleu dont les courbes de transparence sont respectivement les courbes 1 et 2 (*fig.* 1). Les indications lues au tambour de l'appareil ont été respectivement, pour les deux filtres, 70,5 et 152,5.

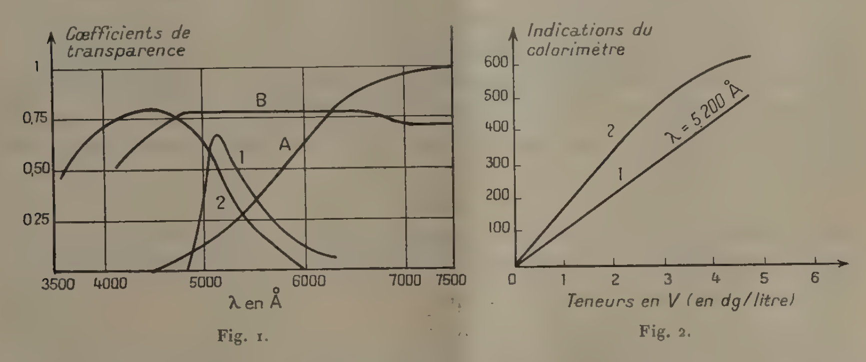


Fig. 1. Fig. 2.

Quand la solution contient le complexe $Fe^{+++}-PO^4H^3$ de courbe de transparence B, présentant un palier entre 4800 et 6600 Å à l'intérieur duquel se trouve entièrement le filtre vert mais non le filtre bleu, les résultats sont 70 et 138,5. Il y a bien constance pour le filtre vert et variation pour le filtre bleu.

2° En lumière monochromatique, au contraire, les colorations étrangères peuvent varier d'un dosage à l'autre sans altérer la valeur des résultats. La courbe de dosage est une droite, la loi de Beer s'appliquant. Par exemple la courbe de dosage du vanadium par l'eau oxygénée (1, *fig.* 2) est une droite, qui reste la même quels que soient les éléments colorés étrangers présents.

3° En lumière polychromatique, même si la solution de base est incolore, la courbe de dosage n'est pas une droite. Telle la courbe relative au même dosage en utilisant le filtre vert (2, *fig.* 2).

On en déduit la marche à suivre pour déterminer si un dosage photocolorimétrique est possible et dans quelles conditions.

1° Si la solution de base est incolore, on peut opérer en lumière monochromatique ou en lumière polychromatique quelconque entre $0^{\mu},4$ et $0^{\mu},8$. Dans le premier cas la courbe de dosage est une droite; on choisit une longueur d'onde donnant une sensibilité convenable.

2° Si la solution possède une coloration de base variable d'un dosage à un autre, il faut opérer en lumière monochromatique ou en lumière polychromatique, mais, dans ce dernier cas, se maintenir dans un domaine spectral où les courbes de transparence de tous les éléments colorés étrangers pouvant se trouver dans la solution sont des parallèles à l'axe des longueurs d'onde.

Dans le cas de présence d'une coloration étrangère en lumière polychromatique on peut également tracer une courbe de dosage pour chaque valeur de cette coloration étrangère. On a ainsi un réseau de courbes d'étalonnage.

La solution la plus générale consiste évidemment à opérer, dans tous les cas, en lumière monochromatique.

Pour résoudre le problème, il suffit donc de tracer les courbes d'absorption des éléments colorés étrangers pouvant se trouver dans la solution, ainsi que la courbe d'absorption du composé étudié, afin de voir entre quelles limites spectrales son absorption est reliée d'une manière univoque à sa concentration.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de benzyle sur les magnésiens*. Note de M. **Gustave Vavon**, Mlle **Colette Chaminade** et M. **Georges Quesnel**, présentée par M. Marcel Delépine.

Au cours d'une étude sur les magnésiens, nous avons constaté que la réaction entre bromure de benzyle et magnésien du bromobenzène donne *des résultats qui varient avec le traitement subi antérieurement par le magnésien :* on obtient tantôt du diphényle et du dibenzyle par *soudure de deux radicaux identiques*, tantôt du diphénylméthane par *soudure de deux radicaux différents*.

Nous avons cherché à préciser les facteurs qui déterminent le type de la réaction, en faisant varier la nature du solvant, la température, le mode de préparation et la forme du magnésien.

Technique. — Chaque expérience porte sur des quantités équimoléculaires des deux réactifs, le magnésien étant titré à l'iode. La séparation des carbures est assez facile quand le mélange ne contient que du diphényle, É 254°, F 72°, et du dibenzyle, É 284°, F 47°; il suffit d'une distillation fractionnée suivie d'une critallisation dans l'alcool. Quand il y a du diphénylméthane, F 262°, É 25°, la séparation exige deux ou trois rectifications avant la cristallisation. La quantité de diphénylméthane recueillie est toujours inférieure à la quantité formée; pour le diphényle, par contre, le rendement se trouve augmenté du carbure formé pendant la préparation du magnésien; il peut par suite dépasser 100 % de ce qui est calculé à partir du magnésien employé. Notons qu'il se forme toujours des produits polycondensés par réactions de Friedel et Crafts, catalysée, comme on le sait [1], par les halogénures de magnésium.

---

[1] Bert, *Comptes rendus*, **186**, 1926, p. 587; Fuson, *J. Am. Chem. Soc.*, **48**, 1926, pp. 830 et 2681.

Voici les résultats de quelques expériences :

1° Le magnésien est préparé de la façon habituelle dans l'éther; on obtient du diphényle 120 %, du dibenzyle 24 % et pas de diphénylméthane.

2° A ce même magnésien on ajoute de l'oxyde de butyle, on chasse l'éther, chauffe jusqu'à 140°, laisse refroidir et introduit ensuite le bromure de benzyle. Il se fait du diphénylméthane 37 % et pas de dibenzyle. Si dans cette expérience on remplace l'oxyde de butyle par le xylène, on obtient également du diphénylméthane 45 %.

3° Le magnésien préparé *directement* dans l'oxyde de butyle soit au-dessous de 40°, soit à 140°, donne uniquement la soudure des radicaux identiques. Rendements : diphényle 100 %, dibenzyle 40 % dans le premier cas, et respectivement 75 %, 33 % dans le second.

4° On prépare le magnésien double suivant la technique de Décombe (²) : addition de $1^{mol},4$ de dioxane par molécule de magnésien. La solution éthérée, qui ne contient plus que la forme double $C^6H^5MgC^6H^5$, se comporte comme le magnésien primitif : employée directement elle donne du diphényle 100 % et du dibenzyle 55 %; si l'on ajoute de l'oxyde de butyle et qu'on chauffe jusqu'à 140°, il se fait du diphénylméthane 36 % et pas de dibenzyle.

De ces différentes expériences on peut tirer la conclusion suivante : *La formation de diphénylméthane nécessite un changement préalable dans la structure du complexe magnésien*, changement qui s'effectue au moment où l'éther est chassé vers 140°.

Échange fonctionnel. — Dans les expériences qui conduisent au mélange diphényle-dibenzyle, C^6H^5MgBr se transforme d'abord en $C^6H^5CH^2MgBr$, comme le montre la formation d'acide phénylacétique, par carbonatation en cours d'expérience; mais on n'obtient pas de bromobenzène, corps qui devrait se former par un échange fonctionnel ordinaire. D'autre part au début de la réaction le bromure de benzyle disparaît plus vite que le magnésien. Ces faits sont difficilement conciliables de façon simple; nous n'avons pas éclairci ce point dont nous poursuivons l'étude.

On ne trouve rien de tel dans les expériences qui mènent au diphénylméthane : magnésien et bromure disparaissent à la même vitesse, il n'y a pas d'échange fonctionnel. Le diphénylméthane se fait ainsi par *action directe* du bromure de benzyle sur le magnésien du bromobenzène, dont *la structure a été modifiée* par élimination de l'éther.

La réaction entre magnésiens aliphatiques et bromure de benzyle donne de semblables résultats. Pour qu'il y ait soudure de deux radicaux différents, il faut que l'éther ait été chassé et, là non plus, *la température de réaction n'a pas de rôle déterminant.*

Catalyse de la réaction. — Les chlorures de fer, de cobalt, de nickel, comme

(²) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 179.

on le sait ([3]), augmentent beaucoup la vitesse. Or, tandis qu'avec le nickel et le cobalt ajoutés au magnésien ordinaire, on obtient le mélange diphényle, dibenzyle, avec le fer il se fait du diphénylméthane (29 %) et pas de dibenzyle, mais on a de plus une quantité importante de produits plus condensés (formés vraisemblablement par réactions de Friedel et Crafts). *La catalyse par le fer est donc nettement différente de celle que produisent le nickel et le cobalt.*

TECTONIQUE. — *Sur les grandes lignes de la tectonique antéstéphanienne du Massif Central.* Note ([1]) de M. **André Demay**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Il résulte des observations de P. Termier, G. Friedel, F. Grandjean, près de Saint-Étienne, et de mes observations dans tout le Massif Central, que la tectonique essentielle du Massif Central est antéstéphanienne.

Au début de mes recherches, en dehors de la partie Nord-Est, objet des beaux travaux de M. Alb. Michel-Lévy, on ignorait à peu près tout de cette tectonique. Les directions axiales mêmes étaient inconnues.

En 1931, après avoir défini la zone du *Paléozoïque métamorphique des Cévennes méridionales et du Rouergue*, j'ajoutai que cette zone « se prolonge par une zone de facies et d'allure identique dans le Sud et le Sud-Ouest du Massif Central, en dessinant un *arc largement ouvert, dont la convexité est vers le Sud, comme le sens de poussée* ».

En 1932, en suivant pas à pas les directions axiales et les structures de l'Est à l'Ouest, je pus démontrer l'existence d'un *arc plus interne, emboîté dans le précédent, depuis le Lyonnais jusqu'en Corrèze.* Au delà de la faille d'Argentat, cet arc se prolonge dans le Limousin et rejoint le Sud de l'Armorique.

Entre ces deux arcs, l'existence du *massif du Rouergue*, où l'on distingue des zones d'affleurement en couronnes concentriques, presque circulaires, l'une de gneiss d'injection, l'autre de gneiss amphiboliques, s'accorde parfaitement avec cette interprétation. J'ai montré en 1931 que c'est une *zone de montée axiale, un véritable dôme.*

Au Nord du Rouergue et au Sud du massif granitique post-tectonique de la Margeride, le dessin de l'arc antéstéphanien est également très net, depuis le Nord de Largentière jusqu'à Mende, Marvéjols, Aurillac et Tulle. Près de Marvéjols et de Mende, les recherches récentes de M. P. Lapadu-Hargues ([2]) ont confirmé l'existence de l'arc antéstéphanien et apporté des précisions nouvelles sur son dessin.

([3]) Vavon et Mottez, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 557; Karash-Fields, *J. Am. Chem. Soc.*, 63, 1941, pp. 2316-29.

([1]) Séance du 14 mai 1945.

([2]) *Bull. Soc. Géol.*, 5e série, 13, 1943, p. 111.

Il résulte de mes recherches que le long de ces arcs *les poussées apparentes et le cheminement étaient presque partout dirigés vers le Sud.*

L'existence d'arcs emboîtés n'implique pas un âge identique pour les structures qui y apparaissent. J'ai indiqué ailleurs mes observations sur l'âge du métamorphisme, de l'orogénèse et des granites, depuis la zone morvano-roannaise, où j'ai distingué un socle antéhercynien, probablement précambrien, et un revêtement paléozoïque, en général plissé de manière large, jusqu'aux structures hercyniennes de la région du Vigan et des monts de Lacaune.

Les recherches, dont j'ai donné les résultats en 1934 et 1937 (3), et mes recherches récentes de 1942 et 1943 dans la haute vallée de l'Allier ont montré que le dessin des *arcs antéstéphaniens du Massif Central est compliqué par de grands accidents ou plis transversaux.*

L'accident le plus occidental est la *faille d'Argentat*, de direction NNW, connue sur plus de 200^{km} et jalonnée par des amas mylonitiques, qu'a décrits G. Mouret. Après les recherches de G. Mouret, cet accident a été parfois défini comme une surface de charriage. Mais Louis de Launay et moi-même (*loc. cit.*, 1937), avons toujours considéré qu'il s'agit d'un *accident à peu près rectiligne, de type rigide, postérieur aux mouvements essentiels du Cristallophyllien.* Récemment, en 1941, M. Roques est parvenu à une conclusion analogue.

Cette dislocation a provoqué un décalage sensible du Cristallophyllien et du Cristallin et aussi une *torsion des directions axiales*, qui tendent, près de l'accident, à lui devenir parallèles.

Un second accident transversal est l'*accident antéstéphanien, sur lequel s'est établi ensuite le grand sillon houiller du Massif Central.* Les mylonites que l'on observe assez souvent près du sillon avaient été considérées comme des témoins de charriages antéstéphaniens. J'ai montré que ces mylonites traduisent l'existence d'une grande dislocation de type rigide, postérieure aux mouvements essentiels du Cristallophyllien, mais cependant antéstéphanienne, orientée NNE et connue sur plus de 300^{km}. Il résulte de mes recherches dans le Cantal et la Corrèze que cette dislocation ne correspond pas seulement à un mouvement vertical ou à un décrochement, mais à une brusque flexure, avec *forte torsion des directions axiales*, qui s'incurvent et viennent se raccorder à l'accident (*loc. cit.*, 1937).

Mes recherches de 1942 et 1943 m'ont permis de reconnaître un *troisième accident ou pli transversal, de direction subméridienne, le long de la haute*

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 5e série, 4, 1934, p. 325; *C. R. somm. Soc. Géol.*, 5e série, 7, 1937, p. 40.

vallée de l'Allier, entre Saint-Bonnet-de-Montauroux, Monistrol d'Allier et Prades. Il se traduit là par un *synclinal transversal et une brusque flexure anticlinale*, postérieurs aux mouvements essentiels du Cristallophyllien, mais presque certainement antéstéphaniens, et même, d'après plusieurs indices, antérieurs au granite de la Margeride et aux granulites un peu plus récentes du même massif.

A petite distance de la zone brouillée, marquée par des directions NS, parfois avec pendage subvertical, réapparaissent les directions habituelles, à peu près Ouest, de l'arc antéstéphanien sur ce méridien.

Au Nord cette zone troublée rejoint le bord occidental de la *grande zone de montée axiale* ou *anticlinal transversal du Forez*, qui passe près de la Chaise-Dieu, puis le synclinal transversal d'Arlanc.

Du côté Sud, j'attribue au prolongement de cet accident ou à un accident qui le relaye, *la torsion des directions axiales, bien visible sur la feuille de Largentière* (2e éd. par H. Longchambon), entre Prévenchères et Langogne, et que j'ai étudiée moi-même sur le terrain. Cet accident semble rejoindre la *faille de Villefort*, notée déjà par G. Fabre et dont l'importance a été soulignée par H. Longchambon, mais qui décale le granite post-tectonique du Mont Lozère et correspond peut-être à un rejeu.

L'observation de ces trois grands accidents a levé les dernières difficultés qui pouvaient subsister dans l'interprétation des arcs antéstéphaniens emboîtés du Massif Central. Le plan d'ensemble apparaît maintenant avec une grande clarté.

HYDROLOGIE. — *Sur la décrue du Tech à Prats-de-Mollo.*
Note de Mlle **Aimée Péreau.**

Prats-de-Mollo est une station de jaugeage du Tech observée par le Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest. Les niveaux sont connus depuis 1911 et leur transformation en débit est réalisée grâce à 11 barèmes, applicables pour des périodes plus ou moins longues qui dépendent de l'état du lit du Tech. Ces différentes données m'ont été communiquées par M. Varlet. Partant de là j'ai établi les graphiques des débits journaliers, qui montrent que le régime du Tech comporte dans l'année une série de crues présentant des courbes de tarissement d'allure exponentielle. L'examen de 30 graphiques annuels a conduit à en extraire une courbe de décrue valable pour des débits inférieurs à 4,65 m^3/s.

L'anamorphose logarithmique de cette courbe montre qu'elle peut être représentée par trois tronçons de la fonction exponentielle $Q = Ae^{-at}$, caractérisés par des valeurs de paramètres différentes. Les paramètres calculés et les volumes qui en résultent se trouvent dans le tableau suivant :

Débit (m³/s).	Durée (jours).	A.	α.	Capacité libérée (m³).
4,65				
	22,9	465	0,0415	5933493
1,80				
	45,6	3306	0,0266	4112114
0,534				
	141,5	1224	0,0121	3098975
0,10				
	∞	–	–	714550
0				

Des trois tronçons indiqués, les deux supérieurs ont été définis au moyen d'un grand nombre de décrues, tandis que le dernier n'a été que rarement atteint pendant les années considérées. Sa détermination est par cela même encore insuffisante. Au point de vue des eaux souterraines, c'est lui qui présente le plus d'intérêt, car cette partie de la décrue est certainement alimentée uniquement par le sous-sol, tandis que les deux premiers tronçons peuvent contenir des volumes provenant du ressuyage superficiel rapide.

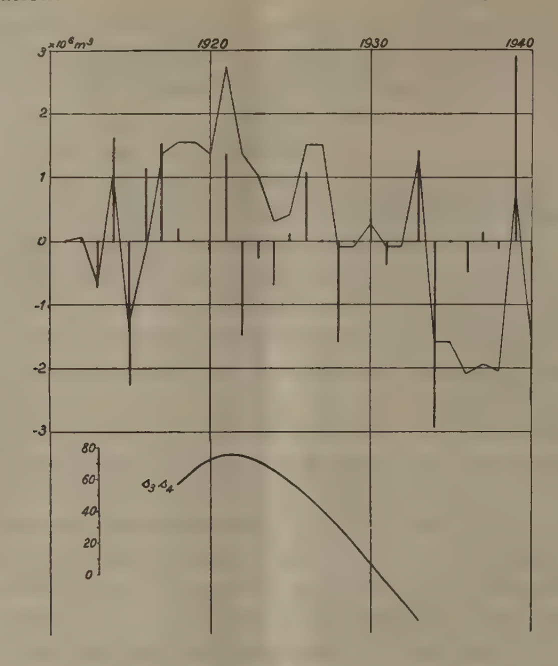
Les valeurs du paramètre α montrent que le tarissement est deux fois plus lent que pour la Cure, que j'avais étudiée [1]. Ceci tient à la différence des terrains constituant les deux bassins, ce qui reste à étudier. La rapidité de la décrue du Tech peut être comparée à celle du Niger à Koulikoro et des cours d'eau italiens comme le Volturno, l'Adda, la Brenta et l'Adige.

La surface du bassin versant du Tech en amont de Prats-de-Mollo, d'après le Service des Forces hydrauliques, est de 76^{km^2},63. Le volume de 13194582^{m^3}, qui représente le total des eaux écoulées en décrue en régime propre, non influencé, entre les débits de 4,65 et 0,10 m³/s, représente une tranche de 172^{mm} de pluie. Le jeu de la réserve souterraine est donc un élément très important dans le régime du Tech et cela est dû à sa réalimentation pendant une grande partie de l'année par la fonte progressive des neiges.

Marche des réserves. — D'année en année la réserve définie plus haut est plus ou moins entamée, ce qui se traduit par le débit plus ou moins faible observé dans l'année. La différence des débits minima de deux années consécutives permet de calculer le volume emmagasiné, ou, au contraire, perdu. La somme algébrique de ces volumes indique la marche des réserves souterraines par rapport à une année de référence. Le graphique ci-après représente les différences de volumes par les traits verticaux et la marche de la réserve par le trait continu. L'année de comparaison étant 1911, on constate que depuis cette époque la réserve souterraine est passée par un maximum en 1921 et a atteint ensuite un minimum en 1935-1936. La capacité souterraine est affectée parfois dans des proportions considérables par la sécheresse, ou la pluie abondante,

(1) *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 280.

d'une seule année. Ceci montre que le sous-sol est traversé assez facilement par l'eau d'infiltration.



Prévision. — Le graphique du bilan de la réserve souterraine peut être exploré au moyen de courbes de reconnaissance de M. H. Labrouste et il apparaît qu'une de ces courbes, d'ordre peu élevé, $s_3 s_4$, présente une allure très régulière. Il semble qu'elle pourrait servir non seulement à la description, mais aussi à la prévision. Le degré de précision de celle-ci ne pourra être déterminé qu'après un essai de plusieurs années.

BOTANIQUE. — *Observations sur une analyse de pollen atmosphérique.* Note de Mme **Madeleine van Campo-Duplan**, présentée par M. Auguste Chevalier.

L'analyse pollinique a trouvé jusqu'à ce jour ses meilleurs résultats dans l'examen des tourbes et des vases. Il semble toutefois que l'on n'ait pas tenu suffisamment compte de la répartition actuelle des pollens dans l'atmosphère.

Quelques observations sur le pollen contenu dans l'atmosphère ont été faites sur la tour du Château de Longchamp, dont la terrasse domine la cime des arbres environnants.

Le Bois de Boulogne a été choisi comme lieu d'expérience parce qu'il

présente, sur une superficie restreinte, une grande variété d'essences connues et dénombrées; la période de floraison des différents arbres peut être rigoureusement contrôlée; le mélange des espèces donne à chacune d'elles une chance identique d'être représentée proportionnellement à sa production pollinique. Les résultats obtenus sont donc traduisibles avec plus de rigueur et de précision qu'ailleurs.

A ces données s'ajoute, pendant la période de l'expérience (19 et 20 avril 1945), un état de l'atmosphère dont les caractéristiques, fournies par l'O. N. M., sont les suivantes :

Journée du 19 avril 1945, température minima 11°,7, maxima 23°,5; vent moyen NE, 3,5 m/s.

Journée du 20 avril, température minima 7°,8, maxima 25°,8; vent moyen S, 1,8 m/s.

La densité du pollen atmosphérique a été étudiée au moyen de lames de verre, placées horizontalement, et enduites, sur une surface de 1^{cm^2}, de gélatine glycérinée colorée au vert de méthyle. Les lames ont été exposées pendant 48 heures, le pollen qui adhère à la gélatine glycérinée a été déterminé et compté après qu'on eut recouvert celle-ci d'une lamelle.

Les résultats suivants ont été obtenus : pollen de *Æsculus hippocastanum* 765, de *Pinus* sp. 156, de *Quercus robur* 125, de *Fraxinus ornus* 82, de *Abies* sp. 30, de *Acer* sp. 27, de *Pterocarya caucasica* 24, de *Douteux* 15, soit au total 1224 grains.

Les proportions des différents Pins semblent être les suivantes : *Pinus silvestris* 68 grains, *maritima* 54, *Laricio* 34.

Les incertitudes qui proviennent de la difficulté de distinguer les unes des autres certaines espèces d'un même genre ou de genres très voisins (*Acer* sp. pl., *Æsculus* et *Pavia*, *Pinus maritima* et *P. Laricio*) ne modifient pas l'ensemble des conclusions.

Certaines essences abondamment représentées dans le Bois de Boulogne, comme les *Ulmus*, *Salix*, *Betula*, *Alnus*, portaient déjà leurs fructifications; au contraire le *Robinia pseudoacacia* n'était pas encore en fleur au moment de l'expérience.

Ce qui frappe tout d'abord dans l'examen des chiffres précédents, c'est l'abondance de la pluie pollinique qui tombe sur le Bois de Boulogne pendant les jours ensoleillés d'avril : 1224 grains au centimètre carré en 48 heures.

Des examens de ce genre mettent en lumière des divergences considérables entre les quantités relatives des différentes essences de la forêt et leur représentation pollinique dans l'atmosphère. Il n'est pas besoin d'insister sur la surreprésentation des Conifères, dont les pollens sont munis de dispositifs d'anémochorie. Les Marronniers, aux nombreuses fleurs, au pollen ténu, laissent échapper dans l'atmosphère une quantité

de pollen considérable et leur représentation pollinique ferait préjuger d'un pourcentage de cette espèce supérieur au pourcentage réel. Les Érables, qui se placent immédiatement après les Marronniers, dans la liste par ordre de densité décroissante des arbres du Bois de Boulogne (flanc Seine), ont un pourcentage de pollen atmosphérique très faible. Le chiffre maximum atteint en période de pleine floraison des Érables a été de 32 grains au centimètre carré en 48 heures; les prélèvements ont été effectués en différents points du Bois de Boulogne. Les Érables sont entomogames et très peu pollinifères.

Comme cela était prévisible il ressort que l'anémogamie et l'émission importante de pollen dans l'atmosphère sont en corrélation, de même que l'entomogamie et la faible émission de pollen.

Lorsque l'analyse pollinique a pour but de donner l'image de la forêt qui a produit la pluie pollinique, il paraît nécessaire, du point de vue purement botanique, d'interpréter les résultats.

Des examens de pollen atmosphérique, effectués par temps calme au-dessus de surfaces dont le peuplement forestier est parfaitement connu, permettraient d'établir, pour chaque espèce, un coefficient de représentation pollinique, calculé en tenant compte de la représentation pollinique actuelle de cette espèce dans l'atmosphère.

L'emploi d'un coefficient permettrait de préciser les résultats d'une analyse pollinique de tourbe par exemple. Les résultats ainsi modifiés se rapprocheraient plus complètement de l'image exacte du peuplement forestier qui environnait la tourbière durant la période de sa formation.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mode de contamination du Poirier par les conidies de* Venturia pirina *Aderhold*. Note de M. **Louis Guyomard**, présentée par M. René Souèges.

Nous admettons aujourd'hui que les contaminations printanières des *Venturia* ont une origine différente chez le Pommier et chez le Poirier. Chez le Pommier elles seraient le fait des ascospores, issues des périthèces qui apparaissent dans les feuilles mortes au cours de l'hiver. D'après G. Chalaud, les ascospores seraient, en Bretagne, expulsées entre le 1er et le 10 mai, suivant les années (1). Chez le Poirier, on croît que les premières attaques viennent des conidies contenues dans les pustules des jeunes rameaux. La présente Note renferme un résumé de mes observations sur ce point dans la région de Saint-Brieuc.

I. *Apparition des premières conidies.* — 1. Cette année (1945), la végétation est restée en sommeil jusqu'au début de février. J'ai repéré, dans un jardin exposé au Midi

(1) *C. R. du Congrès régional de la Pomme de Bretagne*, Rennes, 1944, p. 56.

et contenant 15 variétés de Poirier, les rameaux portant des pustules encore fermées de *Venturia*.

2. Les premières pustules se sont ouvertes le 4 février, sur un rameau d'un an de *Doyenné du Comice* planté en espalier et exposé à l'Ouest. A l'intérieur des pustules, les conidiophores portent déjà en abondance des conidies bien développées.

3. Le 8 février, les pustules s'ouvrent sur les rameaux d'un an des fuseaux de la même variété, le 9 février sur les rameaux de *Duchesse d'Angoulême*; à partir du 10, avec des proportions variables, sur l'ensemble des Poiriers en observation.

4. Le 25 février, les pustules d'un fuseau contiennent à la fois des conidies de *Venturia* et des stromas conidifères de *Nectria ditissima* Tul. (Chancre du Poirier, *Fusarium Willkommii* Lind.) Au cours des journées suivantes, j'observe ce même fait dans plusieurs pustules et sur trois variétés sensibles au chancre.

Ces observations montrent que *les premières conidies de* Venturia pirina *Ad. apparaissent à la fin de l'hiver, bien avant les ascospores, dans les pustules des rameaux de l'année précédente.*

II. *Dissémination et germination des conidies.* — 5. Pour connaître le mode de sortie des conidies, je dépose à plusieurs reprises une goutte d'eau sur une pustule, puis je la reprends entre lame et lamelle; elle contient chaque fois un certain nombre de conidies.

6. Mais le temps reste sec jusqu'au 15 mars. Ce jour-là un épais brouillard couvre toute la région; des gouttes d'eau perlent aux branches; j'examine les gouttes placées à la base des rameaux, sous les pustules; elles renferment toutes des conidies, parfois en très grand nombre.

7. Les premières pluies tombent les 27 et 28 mars. Le 29, j'examine attentivement les bourgeons. Au-dessous des pustules, ils sont presque tous contaminés; les conidies sont engluées dans l'enduit résineux externe des écailles. A titre de contrôle, j'enlève quelques bourgeons et les balaie au pinceau dans une goutte d'eau. Je retrouve chaque fois des conidies dans la goutte. Le lendemain et les jours suivants, je tends un fil à plomb très fin partant des pustules et j'examine de la même manière les bourgeons placés sur son trajet, la plupart contiennent également des conidies.

8. Le 10 avril, petite averse; la température est beaucoup plus douce; le 11, le temps est redevenu beau. Je prélève des gouttes de rosée, qui perlent aux rameaux tavelés; elles contiennent des conidies en voie de germination. Les tubes germinatifs sont encore très courts : ils présentent environ deux fois la longueur de la spore.

9. Dans la journée du 12 avril, grosse averse; c'est la fin de la floraison pour la plupart des variétés; les feuilles commencent à s'étaler. Ce jour-là et les jours suivants j'observe un grand nombre de feuilles et de jeunes fruits; une très forte proportion de feuilles et de nombreux fruits sont déjà contaminés. A partir du 20 avril, les taches sont étendues, parfois un demi-centimètre carré, surtout sur les jeunes poires; dans les taches sont apparues des conidies de seconde génération en nombre considérable. On peut estimer que l'attaque bat maintenant son plein.

10. En même temps que j'étudiais le sort des conidies, je suivais le mode de formation et de développement des périthèces. Le 25 mars, on les reconnaissait facilement à la loupe, disposés en larges plages sur les feuilles mortes; la maturité n'est pas antérieure à fin avril; la première projection d'ascospores est du 26 avril, postérieure aux invasions.

III. *Conclusions.* — L'intérêt de ces observations pour la région est évident.

Au Congrès régional de la Pomme, G. Chalaud recommandait un traitement d'hiver supplémentaire et très tardif; pour lui les premiers traitements de printemps, toujours postérieurs au 10 mai, arrivent trop tard. Mes observations prouvent qu'il en est de même et à plus forte raison pour le Poirier où les attaques débutent dans la première semaine de février. Il conviendrait, à la fin de l'hiver (début de février), d'effectuer un traitement énergique, au besoin par badigeonnage pour les jeunes sujets. Un nouveau traitement, mais avec une bouillie plus faible et par pulvérisations, serait indiqué aux premiers beaux jours, lors de la germination des conidies. Comme ces dates doivent varier chaque année, il serait souhaitable qu'une station régionale d'avertissement prévînt par radio les agriculteurs. De plus l'observation n° 4 prouve que les pustules de *Venturia* sont réellement, comme nous le pensons, une des portes d'entrée importantes du chancre du Poirier.

PHYSIOLOGIE. — *Effet correcteur, exercé sur les troubles neuromusculaires, des carences acidosiques par une carence alcalosique surajoutée.* Note de MM. **Raoul Lecoq**, **Paul Chauchard** et Mme **Henriette Mazoué**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons montré antérieurement que les avitaminoses peuvent se subdiviser en deux types différents, celles qui présentent des troubles métaboliques acidosiques et excitent le système nerveux (diminutions des chronaxies), et celles qui, en raison de modifications tissulaires alcalosiques, le dépriment (allongement des chronaxies). De plus, nous avons été amenés à constater qu'une thérapeutique non spécifique, alcalinisante ou acidifiante, peut, suivant le cas, entraîner une amélioration plus ou moins prolongée de ces perturbations [1]. Il nous a semblé qu'on pourrait obtenir également des effets correcteurs en surajoutant à une carence donnée les effets d'une carence de type opposé.

Au moyen des régimes usuels, nous avons donc soumis de jeunes rats aux avitaminoses A, B et E, carences acidosiques. Ces régimes ne comportent pas habituellement d'adjonction de vitamine D, les animaux maintenus à la lumière en effectuant normalement la synthèse. Il suffisait donc de placer certains de nos sujets d'expérience à l'obscurité pour réaliser une avitaminose D stricte (rachitisme invisible) et rechercher si cette correction alcalogène agit favorablement sur les troubles des avitaminoses précé-

---

[1] R. Lecoq, *Thèse Pharm. sup.*, Paris, 1937; *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 189; **212**, 1941, p. 938; **215**, 1942, p. 510; P. Chauchard, *Rev. scient.*, **79**, 1941, p. 620; *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 647; R. Lecoq, P. Chauchard et Mme H. Mazoué, *Bull. Ac. Méd.*, **127**, 1943, p. 348; *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 1943, p. 445; **138**, 1944, p. 408; *Rev. Pathol. comp. et Hyg. gén.*, **44**, 1944, p. 294; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **26**, 1944, pp. 79 et 175.

demment citées, les troubles nerveux étant appréciés comme d'ordinaire par la technique chronaximétrique. Inversement, nous avons étudié l'effet d'une carence en vitamines B surajoutant son action à celle de régimes alcalosiques producteurs de rachitisme invisible, eutrophique ou dystrophique.

La mise à l'obscurité des animaux assure le maintien des chronaxies nerveuses à la normale, longtemps après que les animaux restés à la lumière présentent une diminution sensible. Ainsi l'excitabilité neuromusculaire n'apparaît point encore troublée au bout de 2 mois 1/2 d'avitaminose A et de 25 jours d'avitaminose B. De même la mise à l'obscurité de sujets carencés en vitamines A, B ou E amène la guérison des troubles chronaxiques. Cette absence de troubles résulte bien d'un équilibre entre les deux carences opposées, car il suffit de donner aux animaux de la vitamine D ou de les exposer à la lumière pour faire apparaître ou reparaître très rapidement le raccourcissement des chronaxies nerveuses, ou encore de donner aux sujets maintenus à l'obscurité la vitamine spécifique de la carence pour que se manifeste aussitôt une augmentation de ces chronaxies, due à l'avitaminose D. Les résultats obtenus avec les régimes rachitiques, privés puis additionnés de vitamines B, viennent à l'appui des précédents ([2]).

Le rétablissement de l'équilibre n'est, dans tous ces cas, que transitoire, car la carence acidosique continue d'évoluer sous le masque de la correction, et l'issue fatale survient, sans prolongation notable des survies; et les chronaxies nerveuses, dans la période terminale, se mettent à diminuer, en dépit de l'obscurité, jusqu'à la mort. Cependant l'adjonction de la vitamine A, B ou E fait encore apparaître le tableau chronaxique alcalosique, preuve que l'aggravation est bien liée à la carence acidosique, l'autre carence gardant ses effets latents.

De même que dans les thérapeutiques non spécifiques déjà étudiées ([3]), il ne s'agit pas ici d'une correction véritable, mais d'une compensation plus ou moins durable des effets de la carence et de ses conséquences, par une carence inverse. Les troubles ne se suppriment pas, mais se compensent, neutralisant l'un l'autre leurs effets nerveux, pendant des temps plus ou moins prolongés. C'est bien ce que prouvent les survies non modifiées et les lésions spécifiques qui le plus souvent subsistent; il en est ainsi notamment de la xérophtalmie.

Ajoutons que, chez les sujets mis dès le début à l'obscurité, le tableau de l'avitaminose D est plus précoce que celui des autres carences et se réalise avant que d'être compensé, puis dépassé par le développement

---

([2]) *Société de Biologie*, 9 juin 1945.

([3]) R. Lecoq, P. Chauchard et Mme H. Mazoué, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 631.

de la carence acidifiante. Cependant, même quand le régime comporte un déséquilibre phosphocalcique, on n'observe pas de lésions osseuses rachitiques, car l'action hypotrophique de la carence superposée s'y oppose. Mis d'emblée à l'obscurité, les sujets, qui d'autre part reçoivent de la vitamine D, font non seulement les mêmes troubles que ceux mis à la lumière, mais les présentent encore plus précocement, en raison sans doute de l'effet acidifiant propre de la vitamine D.

Conclusions. — Les observations que nous apportons confirment l'existence de deux types d'avitaminoses : l'un acidosique, groupant les carences A, B, E; l'autre alcalosique, parmi lesquels se rangent les carences C et D.

Une carence alcalosique D, surajoutée à une carence acidosique A, B ou E, peut ainsi en corriger transitoirement les effets sur le système neuromusculaire.

Cette compensation non durable, comme toutes les thérapeutiques non spécifiques, se révèle beaucoup plus active que celle des thérapeutiques alcalinisantes *per os*, du fait que l'alcalinisation se trouve réalisée, comme l'acidification, par perturbation métabolique au sein même des tissus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude de la croissance de certaines Bactéries sur les antipodes optiques de l'alanine.* Note de M. **Jacques Nicolle**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Dans des études similaires concernant l'arabinose et la valine ([1]), je n'avais pu donner beaucoup de précisions par suite des circonstances exceptionnelles dans lesquelles les expériences avaient été réalisées. Je suis à même aujourd'hui de serrer le problème de plus près et de produire les courbes de croissance des bactéries. J'ai employé un milieu synthétique [que je nommerai *milieu* S ([1])], dans lequel les antipodes optiques de l'alanine ont successivement joué le rôle de source de carbone, d'azote, de carbone et d'azote réunis.

Les concentrations en alanine étaient de 10^{-4} à 6.10^{-4} g/cm^3, dans des flacons contenant 500$^{cm^3}$ de milieu S, avec un brassage continu d'air comprimé filtré. Température de l'étuve 37°C. Les produits ont été purifiés par diverses recristallisations.

J'ai utilisé les cultures suivantes ([2]) : B. pyocyanique, B. Friedländer, B. *coli* B. *Proteus*, B. *Typhi-murium*, B. Gärtner, B. Para B, B. Eberth. B. *subtilis*, B. Flexner, qui ont été généralement prélevées au cours de la phase exponentielle. Les mesures des densités optiques en vue de construire les courbes de croissance ont été effectuées à l'aide de l'électrophotomètre de

---

([1]) *Comptes rendus*, **218**, 1944, pp. 482, 857.

([2]) Souches de l'Institut Pasteur.

Paul Meunier (mesures en lumière verte). Sur les figures on a porté en abscisses les heures et en ordonnées les densités optiques. On appellera *croissance totale* l'expression $M = x_{max} - x_0$, (x_0 densité de la culture initiale, x_{max} densité maximum atteinte au cours de la croissance).

a. Alanine comme source de carbone, n° 66 *O*. — Cette expérience a été réalisée à partir d'une culture de *Typhi-murium* de 6 heures prélevée sur gélose.

La courbe (1) résulte d'un ensemencement effectué en milieu S sans aucune source de carbone (témoin).

La courbe (2) indique un ensemencement effectué sur milieu S avec 0g,0495 de $l(+)$ alanine comme source de carbone dans 50cm³ de milieu S complété à 450cm³ d'eau bidistillée sur pyrex.

La courbe (3) indique un ensemencement effectué dans les mêmes conditions que pour la courbe (2) mais cette fois avec $l(-)$ alanine.

On voit que la culture se développe d'abord sur l'antipode droit et que le maximum est atteint au bout de 37 heures (M = 22,5), tandis que pour l'antipode gauche le maximum se produit au bout de 90 heures (M = 27,5); les deux courbes se coupent après 77 heures 30 minutes.

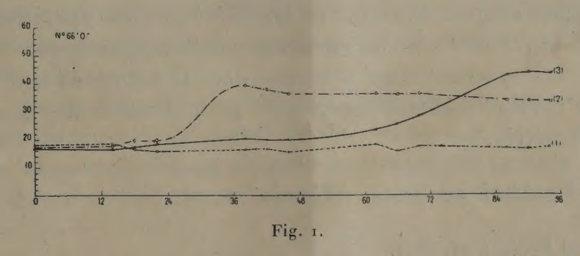


Fig. 1.

La forme des deux courbes est aussi très différente; pour la courbe (2) la croissance est normale (courbe exponentielle); pour la courbe (3) la croissance semble très difficile au début, il y a une très longue phase de latence puis une seconde partie de croissance (partie presque linéaire).

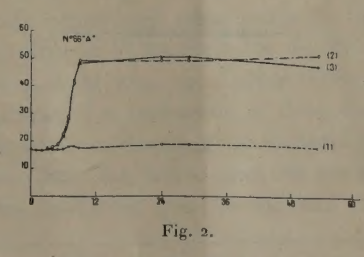


Fig. 2.

N° 66 *A*. — Cette expérience a été réalisée à partir d'une culture de *Typhi-murium* repiquée trois fois sur milieu S, avec, comme source de carbone, l'alanine $l(-)$.

On voit alors que la croissance est pour les deux antipodes beaucoup plus rapide que dans l'expérience précédente, les deux courbes (2) et (3) sont pratiquement confondues, le maximum est atteint au bout de 9 heures [M(2) = 32; M(3) = 33]. La courbe (1) indique toujours le témoin cultivé sur milieu S *sans source de carbone*.

Des résultats semblables ont été obtenus avec le *Typhi-murium* ayant subi 33 passages sur *l* (—) alanine (un passage par 48 heures), les courbes (2) et (3) se confondent pratiquement.

b. Alanine comme source d'azote; c. Alanine à la fois comme source d'azote et de carbone. — Pour ces expériences j'ai utilisé principalement des cultures de *Typhi-murium* et de *Proteus* X 19 et j'ai obtenu des courbes de croissance analogues à celles relatives à l'alanine utilisée comme source de carbone soit avec la souche normale, soit après divers passages sur *l* (—) alanine.

Pour les expériences *a, b, c* la courbe du racémique se situe généralement entre celles des deux antipodes.

Nous voyons donc que les Bactéries employées peuvent utiliser les deux inverses de l'alanine, mais avec des *vitesses différentes* [$(V_{(2)}/V_{(3)}) \sim 2$] et suivant des modes différents, ce qui semble indiquer qu'il y a pour le cas de *l* (—) formation d'enzymes adaptatifs, ce qui est confirmé par les expériences du type *A* alors que dans le cas de *l* (+) les enzymes constitutifs suffisent. L'antipode le plus favorable *l* (+) est celui qui se trouve dans la nature à l'état libre.

J'attends le résultat d'autres expériences pour discuter des questions particulières à la symétrie.

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h30m.

L. B.